

Opinnäytetyö AMK

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2020

Oskari Mäkinen

ETANOLIKONVERSION TOTEUTUS JA KÄYTTÖKOKEMUKSET

Oskari Mäkinen

ETANOLIKONVERSION TOTEUTUS JA KÄYTTÖKOKEMUKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muuttaa normaali bensiinikäyttöinen henkilöauto käyttämään korkeaseosetanolia ja tutkia, miten auto toimii jokapäiväisessä käytössä. Tavoitteena oli myös selvittää, lisääntyykö moottorin teho ja vääntömomentti ilman ylimääräisiä säätöjä ja syntykö etanolin käytöstä taloudellisia säästöjä.

Koeajoneuvoon asennettiin kotimainen etanolimuutossarja, auto katsastettiin ja autolle haettiin muuntotukea. Autolla ajettiin noin 10 000 kilometriä testiajoa käyttökokemusten ja kulutuslukemien kerryttämiseksi. Autolle tehtiin alustadynamometrillä tehomittauksia, joiden avulla selvitettiin toimiiko etanolimuutossarja odotetulla tavalla.

Etanolimuutossarja asennettiin autoon onnistuneesti valmistajan ohjeiden mukaan ja autolle myönnettiin muuntotuki. Tehomittauksissa todettiin, että etanolimuutos toimii odotetulla tavalla ja moottorin teho ja vääntömomentti lisääntyivät hieman. Testikilometrien aikana kerätyistä kulutuslukemista kävi ilmi, että korkeaseosetanolilla ajettaessa taloudellista säästöä on kesällä suurempaa ja siihen vaikuttavat esimerkiksi kylmäkäynnistykset sekä bensiinin ja etanolin välinen hintaero.

ASIASANAT:

etanoli, muuntotuki, muutuskatsastus, kylmäkäynnistys, etanolikonversio

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

June 2020 | 29 pages, 2 pages in appendices

Oskari Mäkinen

IMPLEMENTATION AND OPERATING EXPERIENCES OF ETHANOL CONVERSION

The aim of this thesis was to convert a normal gasoline-powered passenger car to use ethanol as fuel and study how the car works in everyday use. The goal also was to determine whether the engine power and torque would increase without additional adjustments and whether there would be economic savings from the use of ethanol.

A domestically produced ethanol conversion kit was installed in the test vehicle, the car was inspected and conversion support from the government was applied for. The car was driven for approximately 10,000 kilometers to accumulate user experience and consumption readings. Power measurements were conducted on the car with a chassis dynamometer to determine if the ethanol conversion was working as expected.

The ethanol conversion kit was successfully installed in the car according to the manufacturer's instructions and the car was granted conversion support. The power measurements showed that the change to ethanol works as expected and the engine power and torque increased slightly. The test readings collected over 10 000 kilometers showed that when driving with ethanol, the economic savings are greater in the summer and are affected by, for example, cold starts and the price difference between petrol and ethanol.

KEYWORDS:

ethanol, conversion, inspection, fuel

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 ETANOLI POLTTOAINEENA	8
2.1 Yleistä	8
2.2 E85-polttoaine	9
2.3 E85-polttoaineen vaatimukset	10
3 E85-MUUTOS	12
3.1 Koeajoneuvo	12
3.2 Muutossarjan esittely	13
3.3 Muutossarjan asennus	14
4 MUUTOSKATSASTUS	17
5 MUUNTOTUKI	19
6 TEHODYNAMOMETRITESTIT	20
6.1 Yleistä	20
6.2 Testin toteutus	20
6.3 Tulokset	22
7 TALOUDELLINEN HYÖTY JA KÄYTTÖKOKEMUKSET	24
7.1 Ajettavuus	24
7.2 Kylmäkäynnistys	24
7.3 Kulutushavainnot ja laskelmat	25
8 YHTEENVETO JA POHDINTA	27
LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1. Koeajoneuvon muuntotukihakemus.
Liite 2. Mittauspöytäkirja.

KUVAT

Kuva 1. St1 RE85-polttoainepumppu.	9
Kuva 2. Koeajoneuvo	12
Kuva 3. Puristuspainetesti.	13
Kuva 4. Muutossarja	14
Kuva 5. Ohjainyksikön johtosarja	15
Kuva 6. Valmis asennus	16
Kuva 7. Metallinen tuki	16
Kuva 8. Rekisteriotteen erikoisehdot ja huomautukset	18
Kuva 9. Mittausjärjestely	21
Kuva 10. Esimerkki dynamometrin tuloksesta	22

KUVIOT

Kuvio 1. Mittaustulokset	23
--------------------------	----

TAULUKOT

Taulukko 1. Kulutuslukemat	26
----------------------------	----

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

RE85	Korkeaseosetanoli (St1)
E85	Korkeaseosetanoli (yleinen)
Bluetooth	Lyhyen kantaman radiotekniikkaan perustuva langaton tiedonsiirtotekniikka

1 JOHDANTO

Alati kiristyvät ilmastotavoitteet sekä CO₂-päästörajoitukset ovat kiihdyttäneet vaihtoehtojen polttoaineiden käyttöä liikenteessä. Suomessa henkilöautot ovat perinteisesti käyttäneet polttoaineenaan bensiiniä ja dieseliä. Tiukkojen ilmastotavoitteiden takia perinteisistä fossiilisista polttoaineista halutaan päästä eroon ja siirtyä käyttämään vaihtoehtoisia energianlähteitä kuten esimerkiksi sähköä, maa- ja biokaasua sekä bioetanolia.

Suomen suhteellisen vanhan autokannan takia siirtyminen käyttämään esimerkiksi sähköä henkilöautojen energianlähteenä on pitkä prosessi. Bioetanoli on nykyisistä vaihtoehtoisista polttoaineista yksi parhaimmista keinoista vähentää liikenteestä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä. E85-bioetanoli vähentää liikenteen fossiilisia hiilidioksidipäästöjä jopa 80 % (St1 2018).

Vuonna 2015 Trafin uusien muutoskatsastuslinjausten ansiosta ennen 1.1.2007 käytössä olleiden henkilöautojen etanolikonversiot helpottuivat huomattavasti. Näiden uusien sääntöjen avulla voidaan Suomen vanhemmat bensiinihenkilöautot muuttaa E85-bioetanolilla toimiviksi, jolloin näiden autojen elinikää voidaan pitkittää, kunnes esimerkiksi sähköllä toimivat henkilöautot saadaan yleistymään. Vuosina 2018-2021 on myös mahdollista hakea valtiolta rahallista tukea muutosta varten.

Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena on muuntaa vuoden 2001 bensiinikäyttöinen henkilöauto toimimaan E85-polttoaineella käyttäen StepOne Technin valmistamaa eFlexFuel-etanolimuutossarjaa. Muutoksen jälkeen autoon voi tankata joko E85-polttoainetta, 95E10- tai 98E5-bensiiniä.

Työssä tutustutaan E85-polttoaineen ominaisuuksiin sekä sen aiheuttamiin vaatimuksiin, jotka ajoneuvon tulee täyttää. Koeajoneuvosta kerätään käyttökokemuksia ja kulutuslukuja noin kuuden kuukauden ajalta. Koeajoneuvolla suoritetaan suorituskyky- ja päästömittaukset sekä E85-polttoaineella että normaalilla bensiinillä. Tärkeimpänä tavoitteena on selvittää, miten muutos käytännössä toteutetaan, miten koeajoneuvo toimii E85-polttoaineella käytännössä, onko muutoksesta taloudellista hyötyä sekä selvittää etanolin hyötyjä ja haittoja varsinkin vanhemmissa bensiinikäyttöisissä henkilöautoissa.

2 ETANOLI POLTTOAINEENA

2.1 Yleistä

Polttoaineissa käytettävää bioetanolia valmistetaan yleensä sokereiden ja hiivan käymisellä eli fermentoinnilla. Noin 60 % maailmassa tuotetusta etanolista on valmistettu sokeripitoisista kasveista kuten sokeriruo'osta ja sokerijuurikkaasta. Suurin osa lopusta valmistetaan muista viljelyskasveista kuten maissista ja vehnästä. Suurimpia tuottajamaita polttoaine-etanolille ovat USA ja Brasilia. Nämä maat tuottavat noin 70 % koko maailman polttoaine-etanolista. (Rättö ym. 2009, 28.)

Suomessa bioetanolia kehittää ja valmistaa St1. Yhtiön kehittämällä menetelmällä valmistetussa bioetanolissa fossiiliset elinkaaripäästös ovat käytännössä olemattomat. St1 yhtiön bioetanolin tuotantokonsepti perustuu elintarviketeollisuuden jätteiden käyttämiseen etanolin tuotannossa. Bioetanolia valmistava yksikkö voidaan integroida etanolin valmistukseen sopivaa raaka-ainetta tuottavan teollisuuslaitoksen yhteyteen tai se voi olla erillinen laitos, jonne raaka-aineet kuljetetaan lähietäisyydeltä. St1 yhtiön bioetanoli-laitoksia toimii Suomessa tällä hetkellä Vantaalla, Haminassa, Lahdessa, Jokioisilla sekä Hämeenlinnassa. (Pitkänen 2015; St1 2018.)

Etanolia käytetään myös normaalien bensiinilaatujen joukossa. Vuonna 2011 95-oktaanisen bensiinin etanolipitoisuutta nostettiin maksimissaan kymmeneen prosenttiin. Etanolipitoisuuden nosto johtui siitä, että Suomi asetti tavoitteeksi vähentää liikenteestä johtuvia hiilidioksidipäästöjä 15 % vuoteen 2020 mennessä. Päätöksen taustalla on EU:n uusiutuvan energian direktiivissä asetettu sitova velvoite lisätä uusiutuvaa energiaa liikenteessä vuoteen 2020 mennessä 10 %:n tasolle laskettuna polttoaineiden energiasisällöstä. Koska Suomessa on hyvät mahdollisuudet uusiutuvien energian lähteiden lisäämiseen, nosti Suomi tavoitteen 20 %:iin. Polttoaineiden laatuasetukset määrittelevät biokomponenttien pitoisuuksien raja-arvot polttoaineissa: bensiinissä saa olla enintään 10 % etanolia ja dieselissä enintään 7 % biokomponentteja. (e10bensiini 2019.)

2.2 E85-polttoaine

E85-polttoaine tarkoittaa polttoainetta, joka sisältää maksimissaan 85 % etanolia ja loput bensiiniä. Polttoaineen sekaan halutaan bensiiniä, koska se parantaa ajoneuvon kylmäkäynnistystä. Suomessa E85-polttoainetta myyvät St1 (RE85) sekä ABC (Eko E85). Koeautossa käytettiin St1:n valmistamaa RE85-etanolipolttoainetta (kuva 1), koska se oli testiajanjakson aikana halvinta (noin 0,99 e/litra). St1:n RE85-polttoaineen etanolipitoisuus on kesällä 75-85 % ja talvella 70-85 %, mutta tyypilliset arvot RE85-polttoaineelle ovat kuitenkin kesällä 83 % ja talvella 82 % (St1 2018). E85-polttoainetta myyviä St1/Shell- ja ABC-asemia oli Suomessa keväällä 2019 yhteensä 137 kpl (St1 2019; ABC 2019).



Kuva 1. St1 RE85-polttoainepumppu.

Polttoaineen oktaaniluku kertoo polttoaineen puristuskestävyyden ennen moottorille vahingollista nakutusta. Korkean etanolipitoisuuden ansiosta RE85-polttoaineen oktaa-

niluku on suuri. Yleisesti oktaaniluvun yksikkönä käytetään niin sanottua RON-lukua (research octane number). St1:n tuotetietojen mukaan RE85-polttoaineen RON-luku on aina vähintään 104, kun taas 95E10 bensiinin RON-luku on 95 (St1 2018; St1 2016).

Nakutusta syntyy moottorissa, kun polttoaine syttyy sylintereissä itsestään optimaalisen sytytyskohtaan nähden liian aikaisin. Nykyaikaiset henkilöautot, kuten myös koeautomme moottori, on varustettu nakutustunnistimilla, jotka säätelevät sytytysennakkoa myöhemmälle, mikäli ne havaitsevat moottorilohkon pinnassa liiallista värähtelyä. Nakutustunnistin toimii kuitenkin myös toiseen suuntaan eli kun nakutusta ei havaita, voidaan sytytysennakkoa säätää suuremmaksi. Mahdollisimman suureen sytytyennakkoon pyritään lähes aina, koska se saa aikaan suuremman moottoritehon ja parantaa moottorin hyötysuhdetta. (Bensiiniopas 2016.)

RE85-polttoaineen korkean oktaaniluvun ansiosta automaattisesti sytytysennakkoa säätelevä moottori pystyy säätämään ennakkoa suuremmaksi ilman haitallista nakutusta. Tämän ansiosta moottori saadaan toimimaan optimaalisesti, mikä taas lisää moottorin tehoa ja parantaa polttoaineenkulutusta.

2.3 E85-polttoaineen vaatimukset

Korkeapitoisilla etanolipolttoaineilla saattaa olla vaikutusta siihen kosketuksissa oleviin materiaaleihin. Ennen etanolimuutosta tuleekin tarkistaa, kestävätkö muutettavan ajoneuvon komponentit etanolipolttoainetta. Hieman uudempien autojen komponentit, jotka ovat kosketuksissa polttoaineen kanssa, ovat yleensä luokiteltu kestäämään etanolia. Esimerkiksi vuoden 2001 koeajoneuvomme polttoaineen kanssa kosketuksissa olevat komponentit on luokiteltu etanolin kestäviksi, mutta vanhoissa osissa saattaa silti esiintyä kulumista, kuten esimerkiksi suuttimien tiivisteissä.

Polttoaineen etanoliprosentin ollessa 10 % ei ole havaittu muutoksia materiaaleissa. Etanoliprosentin noustessa E85-polttoaineen tasolle tulee kuitenkin joitakin rajoituksia materiaalien kanssa. Metalleista etanolia ei kestä esimerkiksi sinkityt osat, pinnoittamattomat alumiinit ja messinkiosat, jotka eivät ole suojattu sinkkikatoa vastaan. Muoveista alttiita etanolin vaikutuksille ovat ulkoisesti pehmitetyt PVC-muovit, polyeetteripohjaiset polyuretaanit, polttoainekäyttöön kelpaamattomat nailonit sekä tavalliset mustat kumit. (Paasi ym. 2008.)

Ajoneuvon moottoriöljy saattaa E85-polttoainetta käyttäessä heikentyä. Suositeltavaa onkin, että öljyn vaihtoväliä lyhennettäisiin noin puoleen verrattuna valmistajan ilmoittamaan vaihtoväliin. Autossa voi myös käyttää etanolille suunniteltuja SN-luokiteltuja täys-synteettisiä moottoriöljyjä. Vuonna 2010 käyttöön otettu moottoriöljyn SN-luokitus tarkoittaa sitä, että moottoriöljy on luokiteltu korkeaseosetanolin kestäväksi sekä öljyn happamuudensäätelyn lisäaineistusta on parannettu. (Etanoliautoilijaksi 2019.)

3 E85-MUUTOS

3.1 Koeajoneuvo

Koeajoneuvona tässä opinnäytetyössä käytettiin vuoden 2001 Volvo V70 -henkilöautoa (kuva 3). Auton moottori on viisisylinterinen 2.4-litrainen bensiinimoottori ja moottorikoodi on B5244S2. Moottori tuottaa valmistajan tietojen mukaan teho noin 103 kilowattia ja momenttia 220 newtonmetriä. Moottori on vapaasti hengittävä ja sen puristussuhde on 10,3:1. Korkean puristussuhteen ja automaattisesti säätävän sytytysennakon ansiosta kyseisen ajoneuvon moottori soveltuu E85-muutokseen erittäin hyvin. (Auto Data 2019.)



Kuva 2. Koeajoneuvo

Koeajoneuvon moottorilla oli ajettu noin 440 000 kilometriä. Kilometrimäärä on korkea, varsinkin bensiinimoottorille. Suoritimme moottorille ennen asennuksen ja kokeiden aloitusta puristuspainetestin (kuva 3), jonka tuloksista päättelimme moottorin olevan korkeasta kilometrimäärästä huolimatta kunnossa.



Kuva 3. Puristuspainetesti.

Kyseinen ajoneuvo sopii koeajoneuvoksi erittäin hyvin myös siksi, että samantyyppisiä ajoneuvoja on Suomessa paljon, jotka voitaisiin muuttaa tämän opinnäytetyön kaavalla etanolikäyttöisiksi. Esimerkiksi saman mallisia bensiinikäyttöisiä Volvo -henkilöautoja on liikenteessä noin 30 000. (Traficom 2019.)

3.2 Muutossarjan esittely

Etanolimuutossarjaksi tähän projektiin valittiin Suomessa valmistettu ja kehitetty eFlex-Fuel E85 -muutossarja. Muutossarjan hankinnan aikaan kyseiselle yrityksellä oli tarjolla ainoastaan yksi muutossarjamalli. Nykyään tarjolla on kolme mallia. Erona näissä malleissa on se, että uusilla malleilla saa itse säädettyä polttoaineseosta. Mallissa, joka asennettiin tämän opinnäytetyön koeajoneuvoon, polttoaineseos säätyy automaattisesti. Android-käyttöjärjestelmällä varustettuun puhelimeen pystyy myös lataamaan sovelluksen, josta bluetooth-yhteyden avulla voidaan seurata esimerkiksi etanolin seossuhdetta. (StepOne Tech Oy 2020a.)

Muutossarjan hinta oli noin 300 euroa. Muutossarja sisälsi eFlexFuel-ohjainyksikön, etanolianturin, johtosarjat, nippusiteet, tuotetarrat ja suomenkieliset ohjeet (kuva 4).



Kuva 4. Muutossarja

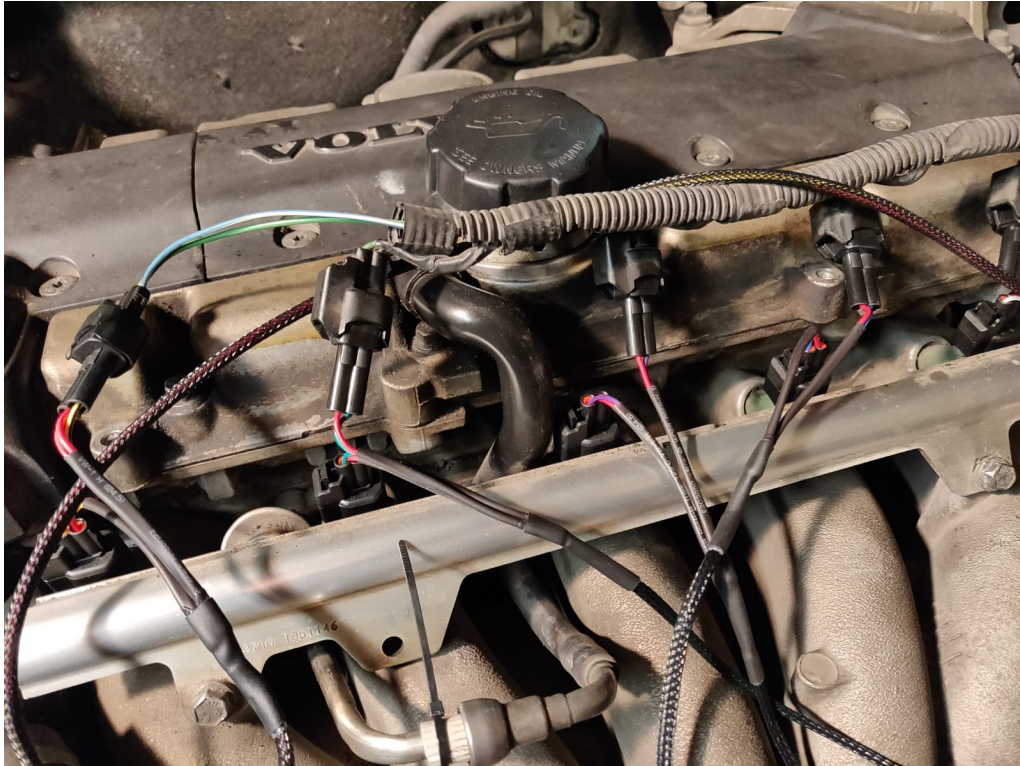
3.3 Muutossarjan asennus

Asennus aloitettiin vaihtamalla autoon uusi polttoainesuodatin sekä uudet sytytystulpat. Etanolin ominaisuuksien takia se puhdistaa moottoria ja saattaa irroittaa esimerkiksi polttoainesuodattimesta vanhaa likaa.

Itse muutossarjan asennus aloitettiin tarkastelemalla muutossarjan mukana tullutta asennusohjetta. Asennusohjeessa kehoitetaan aloittamaan asennus etanolianturin asennuksella. Anturin tulisi sijaita lähellä polttoainetukkia ja mielellään polttoainejärjestelmän paluuletkussa. Anturi asennetaan polttoaineletkun väliin käyttäen mielellään siihen tarkoitettuja pikaliittimiä ja letkunkiristäjiä.

Seuraavaksi tulee asentaa ohjainyksikön johtosarja. Johdot tulee liittää auton omien suuttimille tulevien johtojen ja suuttimien väliin eli ohjainyksikön johtosarjan toinen pää

auton suuttimille ja toinen pää auton omille suutinjohtoille (kuva 5). Ohjainyksikkö tarvitsee vielä toimiakseen virtaa ja moottorin lämpötilatiedon. Lämpötila-anturille hyvä paikka on esimerkiksi ruiskusuuttimien vieressä lähellä moottorin kantta tai moottorin venttiilikannen päällä. Lämpötila-anturia ei saa asentaa moottorin pakosarjan läheisyyteen. (StepOne Tech Oy 2020b.)

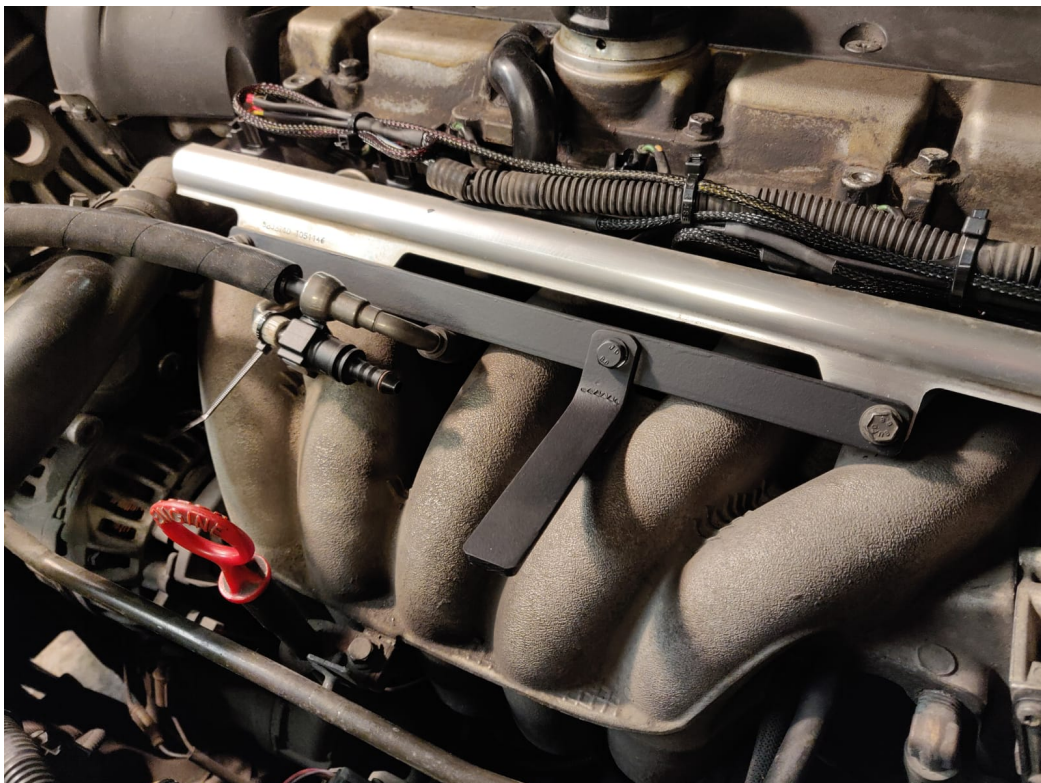


Kuva 5. Ohjainyksikön johtosarja

Tämän asennuksen tapauksessa jouduttiin etanolianturi asentamaan polttoainejärjestelmän tulolinjaan eli painepuolelle, koska kyseisessä moottorissa ei paluulinjaa ole. Koska etanolianturin asennus tapahtui painepuolelle, piti liitokset tehdä huolellisesti, jotta ne kestävät painetta. Anturi asennettiin polttoainetukin läheisyyteen (kuva 6) käyttäen oikeanlaisia liittimiä sekä metallista itse valmistettua tukikappaletta (kuva 7). Loppuasennus tehtiin ohjeiden mukaan. Ohjainyksikön lämpötila-anturi asennettiin sylinterikannen läheisyyteen.



Kuva 6. Valmis asennus



Kuva 7. Metallinen tuki

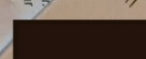
4 MUUTOSKATSASTUS

Muutossarjan asennuksen jälkeen ajoneuvo on muutokatsastettava, jos sillä haluaa ajaa tieliikenteessä. Muutokatsastus on myös pakollinen muuntotukea haettaessa. Muutokatsastus tapahtuu muutokatsastuksia tekevällä katsastusasemalla. Muutossarjan voi asentaa itse tai sen voi asentuttaa valtuutetulla huoltamolla. Katsastuksessa katsastaja tarkistaa, että asennus on suoritettu asianmukaisesti ja turvallisesti. (Katsastushaku 2020.)

Etanolimuutossarjan katsastuksessa autolle suoritetaan vuosikatsastuksessakin tehtävä pakokaasutesti, joka tulee läpäistä hyväksytysti. Ajoneuvon päästöarvot eivät saa nousta etanolimuutossarjan takia. Auton tulee olla ennen 1.1.2007 käyttöön otettu, jotta katsastukseen riittää pelkkä tavallinen käytönaikainen pakokaasutesti. Myös OBD-testi tulee suorittaa hyväksytysti, mikäli auto on käyttöön otettu vuonna 2001 tai sen jälkeen. Myöskään vikavalaja ei saa mittaristossa palaa. (Katsastushaku 2020.)

Jos auto on uudempi kuin 1.1.2007, tavallinen katsastuksessa suoritettava pakokaasutesti ei riitä. Uudemmat autot tarvitsevat päätöksen siitä, että päästöjen taso ei nouse. Tällaisen päätöksen voi myöntää Traficomin hyväksymä tutkimuslaitos tai hyväksytty asiantuntija. Vaadittujen dokumenttien tuottaminen saattaa kuitenkin muodostua niin kalliiksi, että tämä käytännössä tekee muutoksesta tässä tapauksessa taloudellisesti kannattamattoman. Traficom on kuitenkin syksyllä 2019 julkaissut ehdotuksen uudesta rakennemuutosmääräyksestä. Tämä uusi määräys muuttaisi etanolimuutoksen käyttöönottovuosirajan vuodesta 2007 vuoteen 2009. Määräys saattaa tulla voimaan vielä vuoden 2020 aikana. (Katsastushaku 2020.)

Tämän opinnäytetyön koeajoneuvo muutokatsastettiin hyväksytysti. Katsastuksessa suoritettiin pakokaasumittaus sekä asennuksen turvallisuus. Rekisteriotteeseen erikoisehtoihin kirjattiin, että ajoneuvo on muutettu käyttämään pääosin etanolista koostuvaa polttoainetta sekä auton päästötiedot koskevat alkuperiästä muuttamatonta ajoneuvoa (kuva 8). Huomautuksiin kirjattiin myös tieto siitä, että ajoneuvoon on asennettu vaatimusten täyttämiseksi eFlexFuel etanolimuutossarja.

 Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto Trafiksäkerhetsverket Euroopan yhteisö Europeiska gemenskapen		Suomi FIN Suomen valtioliikennevirasto Liikenteen turvallisuusvirasto
1 Rekisteröintitodistus. Osa I / Tekninen osa Registreringsbevis. Del I / Teknisk del		
Permis de circulation. Partie I Osvedění o registraci - Část I Registreringsattest. Del I Zulassungsbescheinigung. Teil I Registro de matriculación. Osa I Αδειά κυκλοφορίας/Ταξινομήσεις Еγγραφή/Місця і Проміток для		Certificat de Registrare. L1 Part Certificat d'immatriculation. Partie I Carta di circolazione. Parte I Registrācijas apliecība. 1. daļa Registrācijas liudzības. 1. daļa Forgalmi engedély. I. Rész Сертификат за унасяване. част I Certificat de înmatriculare Tegetas. Cărbăne
Pvm Datum 25.01.2019		
A Rek.tunnus Reg.tecken YEG-642	Järj.nro Ord.nr Osa Del I / II 017/004	J Ajoneuvoluokka Fordonskategori M1 / Henkilöauto
Erikoisehdot ja huomautukset Särskilda villkor och anmärkningar Muutettu käyttämään pääosin etanolista koostuvaa polttoainetta. Auton päästö- ja kulutustiedot koskevat alkuperäistä, muuttamatonta autoa. Ajoneuvoon asennettu vaatimustenmukaisuuden täyttymiseksi eFlexFuel etanolimuutosarja.		

Kuva 8. Rekisteriotteen erikoisehdot ja huomautukset

5 MUUNTOTUKI

Tämän opinnäytetyön tekoaikaan henkilöauton etanolimuutoksen jälkeen pystyi valtiolta hakemaan muuntotukea. Muuntotuki etanolimuutoksesta on suuruudeltaan 200 euroa. Muuntotuki on voimassa ainakin aikavälillä 1.1.2018-30.11.2021, mutta tätä saatetaan pidentää. Tätä samaa muuntotukea voi myös hakea, jos ajoneuvo on muutettu kaasukäyttöiseksi, tällöin summa on suuruudeltaan 1000 euroa. Muuntotukea voi hakea sama henkilö kerran vuodessa, mutta samaan autoon vain kerran. Muuntotukea maksetaan niin kauan kuin valtion siihen varaama rahasumma riittää. (Traficom 2020.)

Jotta muuntotuki voidaan myöntää, täytyy tiettyjen vaatimusten täytyä. Muuntotukea hakevan henkilön täytyy olla joko ajoneuvon omistaja tai haltija. Konvertoitavan ajoneuvon on oltava henkilöauto. Muutos pitää tehdä Traficomien määräämien sääntöjen mukaan ja ajoneuvo pitää olla muutoksesta 1.1.2018 jälkeen. Rekisteriotteesta tulee löytyä merkintä siitä, että ajoneuvo on muutettu käyttämään pääasiallisena polttoaineena korkeaseosetanolia. Muutoksesta on mahdollista suorittaa tavallisella pakokaasutestillä ainoastaan ennen vuotta 2007 käyttöönotettuihin ajoneuvoihin. Jos auto on tätä uudempi, tarvitaan hyväksytyn tutkimuslaitoksen tai asiantuntijan lausunto siitä että auton päästöt eivät konversion myötä muutu. (Traficom 2020.)

Muuntotukihakemus löytyy Traficomien verkkosivuilta. Tämän projektityön koeajoneuvosta tehty muuntotukihakemus löytyy liitteestä 1.

Hakemukseen täytetään muuntotukea hakevan henkilön tiedot sekä tiedot muutoksesta. Kohtaan ”tiedot muutoksesta” täytetään ajoneuvon rekisteritunnus, käytetty muutosarja, muutoksen tekijä, muutoksesta päivämäärä sekä tieto siitä onko ajoneuvo konvertoitu käyttämään etanolia vai kaasua.

Kohtaan ”muutoksen tekijä” kirjassimme, että muutos on tehty itse valmistajan ohjeiden mukaan. Hakemukseen kirjattiin myös maininta siitä, että muutos on toteutettu ottaen huomioon ajoneuvolakia koskevat määräykset. Hakemus oli käsittelyssä noin kuukauden, jonka jälkeen se hyväksyttiin ja 200 euron suuruinen tukisumma saapui ilmoitetulle pankkitilille.

6 TEHODYNAMOMETRITESTIT

6.1 Yleistä

Tehomittaustestit tämän projektin koeajoneuvoon olivat mielenkiintoisia, koska tarkoituksena oli selvittää, miten etanoli vaikuttaa vapaasti hengittävässä korkeapuristeisessa moottorissa, joka on varustettu automaattisesti säätävällä sytytysennakolla. Tehomittaustestit tehtiin ilman minkäänlaisia ylimääräisiä säätöjä. Säätöjä ei tehty, jotta voidaan selvittää, miten moottori säätyy automaattisesti kun muutossarja nostaa polttoaineen suihkutuksen määrää ja moottori säätää automaattisesti sytytysennakkoa.

Koeajoneuvoon vaihdettiin muutossarjan asennuksen yhteydessä polttoainesuodatin sekä sytytystulpat. Uudet sytytystulpat ja etanolin toimiminen liuottimena saattoivat vaikuttaa tehomittaustuloksiin hieman, mutta totesimme vaikutuksen olevan niin pieni, että tämä ei vaikuta merkittävästi testin tuloksiin. Sytytystulppa saattaa vanhetessaan päästää kipinän eristeen läpi, jolloin kipinä kärkien välissä estyy ja seos sylinterissä ei syty parhaalla mahdollisella tavalla. Etanolin puhdistava vaikutus saattaa palauttaa likaantuneiden suuttimien toiminnan normaaliin suuntaan, jolloin hyötysuhde palamistapahtumassa kasvaa.

Tehodynamometritestit suoritettiin ensin täysin vakiokuntoiselle autolle ja muutossarjan asennuksen jälkeen muutetulle autolle etanolia käyttäen. Muutossarjan asennuksen jälkeen autolla kuitenkin ajettiin ensin yksi tankillinen etanolilla, jotta voitiin todeta muutoksen toimivuus ja huuhtoa vanha bensiini tankista.

6.2 Testin toteutus

Dynamometritestit toteutettiin Turun ammattikorkeakoulun alustadynamometrillä autolaboratoriossa 14.1.2019 ja etanolimuutoksen jälkeen 11.2.2019. Dynamometri oli malliltaan Bosch FLA 203 ja sen käyttö oli testaajille ennestään melko tuttua.

Esivalmisteluissa koeajoneuvo Volvon eturenkaat vaihdettiin kesärenkaisiin ja niiden rengaspaineiksi asetettiin noin 3 bar. Renkaat oli tarpeen vaihtaa, koska testien ajankohdan takia autossa oli käytössä nastarenkaat joita ei voida dynamometrillä ajettaessa käyttää. Auto ajettiin dynamometrin rullien päälle ja kiinnitettiin kuormaliinoilla edestä ja

takaa (kuva 9). Ohjainrullat asetettiin auton eturenkaiden viereen, jonka jälkeen autolla ajettiin rullilla pieni matka ja ohjainrullat kiristettiin paikoilleen. Ennen testiä auto ajettiin käyntilämpötilaan ja moottoriöljyn sekä jäähdytysnesteen riittävä määrä tarkistettiin.



Kuva 9. Mittausjärjestely

Mittaukset tulisi suorittaa dynamometrin ohjeiden mukaan vaihteella jonka välityssuhde on mahdollisimman lähellä suoraa välitystä. Koeajoneuvon vaihteistosta ei suoralla välityssuhteella olevaa vaihdetta löytynyt. Mittauksissa käytettiin vaihdetta numero neljä, jonka välitys suhde on 0,87:1 (Cars Data 2020).

Koeajoneuvo kiihdytettiin dynamometrillä niin, että neljäs vaihde saatiin kytkettyä käyttöön. Tämän jälkeen aloitettiin tietojen taltiointi ja auto kiihdytettiin koko kierrosalueen läpi. Kiihdytyksen jälkeen auton annettiin rullata vaihde vapaalla pysähtymiseen saakka. Kun auton renkaat olivat täysin pysähtyneet, voitiin mittaus päättää ja tietokone tulosti ruudulle lopputuloksen. Esimerkki lopputuloksesta muutossarjan kanssa on nähtävillä kuvassa 10. Mittaukset suoritettiin ilman muutossarjaa ja muutossarjan kanssa neljä kertaa ja näistä laskettiin keskiarvot.



Kuva 10. Esimerkki dynamometrin tuloksesta

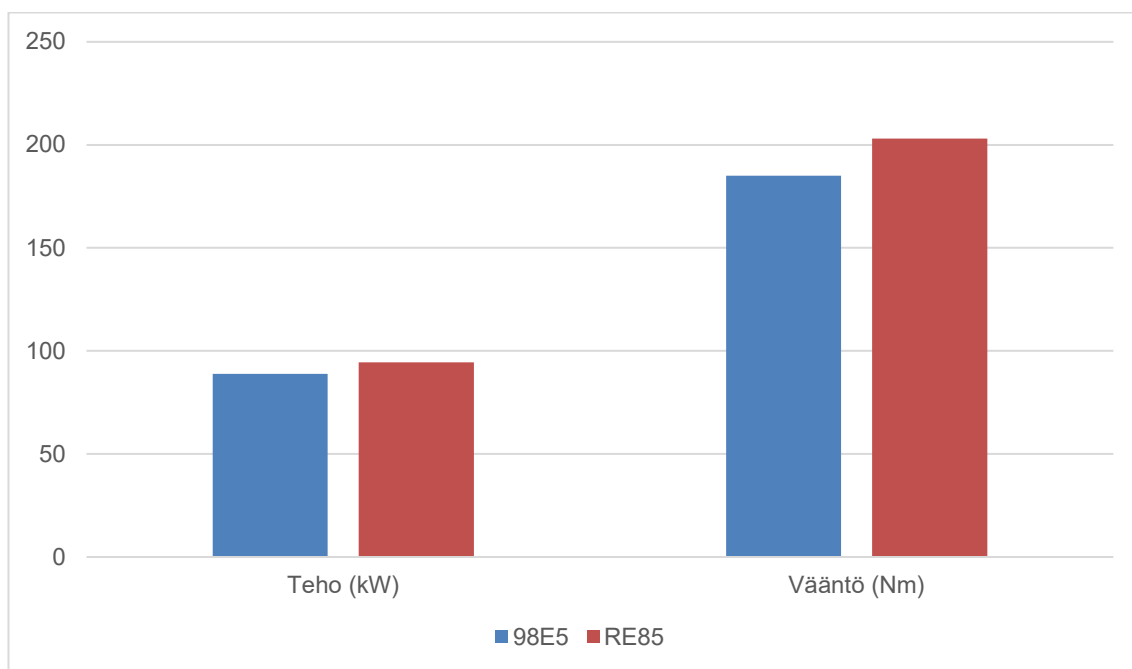
6.3 Tulokset

Dynamometritestien tulokset on ilmoitettu moottoritehona. Käytössä ollut alustadynamometri mittaa auton vetopyörätehon ja tämän jälkeen ottaa huomioon voimansiirtohäviöt ja lisää ne mitattuun vetopyörätehoon. Tästä saadaan yhteistuloksena moottorilta tuleva teho.

Testit tehtiin käyttäen 98E5-bensiiniä ja RE85-korkeaseosetanolia. 98E5-bensiiniä käytettiin siksi, koska kyseisessä koeajoneuvossa suositeltu polttoaine auton ohjekirjan mukaan on 98E5-bensiini ja autolla on aina ajettu tällä polttoaineella. Koeajoneuvon ohjekirjassa mainitaan myös, että moottori pystyy käyttämään eri oktaaniluvulla varustettuja polttoaineita automaattisesti säätyvän sytytysennakon ansiosta. Lisäksi haluttiin testata, miten kyseinen moottori käyttäytyy, kun polttoaineena käytetään mahdollisimman paljon ja mahdollisimman vähän etanolia sisältävää polttoainetta.

Aiemmin opinnäytetyössä on mainittu, että koeajoneuvon moottori tuottaa valmistajan tietojen mukaan noin 103 kW moottorin pyörintänopeudella 4500 1/min ja 220 Nm moottorin pyörintänopeudella 3750 1/min. Koeajoneuvon moottori on kuitenkin mittaushetkellä ajettu noin 440 000 kilometriä, joten voidaan olettaa, että valmistajan ilmoittamiin lukemiin ei enää päästä. Tämän projektityön mittausten päätarkoitus onkin siis selvittää dynamometrimittausten ero 98E5-bensiinin ja RE85-korkeaseosetanolin välillä.

Volvon moottorin suoritusarvoiksi mitattiin ilman muutossarjaa 88,9 kW 4470 1/min ja 185 Nm 3800 1/min. Etanolimuutossarjan asennuksen jälkeen suoritusarvoiksi mitattiin 94,5 kW 4470 1/min ja 203 Nm 3800 1/min (kuvio 1). Näistä tuloksista voimme todeta, että etanolimuutossarja toimii odotetulla tavalla eli suoritusarvot paranivat etanoliseoksella. Molemmissa tapauksissa huippuarvot saavutettiin lähes samoilla pyörintänopeuksilla. Koeajoneuvon moottori pystyy automaattisesti hyödyntämään korkeaseosetanolin korkeamman oktaaniluvun, jolloin moottorinteho kasvaa hieman ilman ylimääräisiä säätöjä. Ilmoitetut arvot ovat mittaustulosten keskiarvoja. Mittauspöytäkirja on nähtävillä liitteessä 2.



Kuvio 1. Mittaustulokset

7 TALOUDELLINEN HYÖTY JA KÄYTTÖKOKEMUKSET

7.1 Ajettavuus

Alustadynamometritestien ja teoreettisten laskelmien lisäksi koeajoneuvolla ajettiin noin 10 000 kilometriä käytännön kokemusten ja aitojen kulutuslukemien saavuttamiseksi. Autolla ajettiin normaalia päivittäistä ajoa lukuunottamatta kahta noin 360 kilometrin pituista testiajoa moottoritiellä. Nämä 360 kilometrin testiajot ajettiin käyttäen samaa reittiä sekä 98E5-bensiinillä että RE85-korkeaseosetanolilla. Testiajot tehtiin viikon välein talvirenkailla. Näiden kahden testiajon perusteella laskettiin kulutuseroprosentti 98E5-bensiinin ja RE85-korkeaseosetanolin välillä. Tätä kulutuseroprosenttia käytettiin käytännön kulutuslaskelmissa.

Auton ajettavuus testikilometrien aikana pysyi lähes muuttumattomana verrattuna vakio-autoon. Ainoa pieni ero syntyi, kun muutossarjan jälkeen auton vääntömomentti kasvoi hieman ja tämän ansiosta esimerkiksi viidennellä vaihteella ajettaessa pystyttiin käyttämään hieman pienempiä moottorinkierroksia.

7.2 Kylmäkäynnistys

Kylmäkäynnistys on oleellinen osa etanolimuutosta, koska korkeaseosetanoli ei syty yhtä helposti kuin bensiini ja tämä saattaa vaikuttaa kylmäkäynnistykseen joissakin moottoreissa. Koeajoneuvon kylmäkäynnistyvyyttä testattiin monissa eri lämpötiloissa. Autoa säilytettiin suurimmaksi osaksi ulkona, jotta lämpötilalla olisi suurin mahdollinen vaikutus kylmäkäynnistykseen.

Koeajoneuvon kylmäkäynnistys toimi pääasiassa täysin normaalisti lämpötilasta huolimatta. Kylmäkäynnistystesteissä huomattiin, että lämpötilaa enemmän kylmäkäynnistykseen vaikutti se, montako päivää auto oli seisonut käyttämättömänä. Kun auto oli päivittäisessä käytössä, se käynnistettiin pihalta aamulla esimerkiksi noin -15 asteen pakkasessa ja kylmäkäynnistyksessä ei ollut ongelmaa. Kun taas auto seisoj käyttämättömänä kolme päivää +5 asteen lämpötilassa, joutui sen käynnistämään kahteen kertaan ennen kuin moottori pysyi käynnissä.

7.3 Kulutushavainnot ja laskelmat

RE85-korkeaseosetanolin energiasisältö on 6,3 kWh/litra ja 98E5-bensiinin energiasisältö on 8,7 kWh/litra. Näiden lukujen avulla voidaan selvittää teoreettinen kulutuseroprosentti, joka on $6,3 \div 8,7 = 28 \%$. Tämä siis tarkoittaa sitä, että teoriassa korkeaseosetanolia kuluu noin 28 % enemmän kuin bensiiniä. Testiajojen perusteella koeajonevon kulutuseroprosentiksi arvioitiin noin 25 %. Tämän selittäisi se, että moottori on pystynyt säätämään sytytysennakkoa automaattisesti ja hyötysuhde on etanolin korkeamman puristuskestävyyden takia kasvanut. (Motiva 2019.)

Taulukkoon 1 on kerätty kulutuslukemia noin 10 000 kilometrin ajalta. Testeissä polttoaineena on käytetty 98E5-bensiiniä ja RE85-korkeaseosetanolia. Taulukon laskelmissa on käytetty kulutuseroprosenttina lukua 25 joka saatiin 360 kilometrin testiajosta, joka ajettiin molemmilla polttoaineilla. Tämän kulutuseroprosentin avulla on voitu laskea säästö euroina jokaiselta tankkauskerralta. Rahallinen säästö on suoraan verrannollinen bensiinin ja korkeaseosetanolin hinnan erotukseen.

Taulukko 1. Kulutuslukemat

Ajokilometrit	Ajo km	Tankattu litraa	Litrahinta RE85	Litrahinta 98	Litrahintojen erotus	Kulutus RE85/100 km	Laskennallinen kulutus 98/100 km	RE85 €/100 km	98 €/100 km	Säästö €/100 km	Säästö €
446803		58									
447341	538	62	1,019			11,524		11,743			
447893	552	64	0,982	1,452	0,470	11,594	8,7	11,386	12,63	1,24	6,85
448363	470	56	1,067	1,537	0,470	11,915	8,9	12,713	13,73	1,02	4,80
448911	548	61	0,978	1,469	0,491	11,131	8,3	10,886	12,26	1,38	7,55
449435	524	62	0,978	1,431	0,453	11,832	8,9	11,572	12,70	1,13	5,91
449926	492	63	0,984	1,499	0,515	12,805	9,6	12,600	14,40	1,80	8,84
450663	737	65		1,509			8,8		13,31		
451080	417	43	0,981	1,479	0,498	10,312	7,7	10,116	11,44	1,32	5,51
451357	277	32	1,03	1,536	0,506	11,552	8,7	11,899	13,31	1,41	3,90
451908	542	61	0,994	1,566	0,572	11,255	8,4	11,187	13,22	2,03	11,01
452144	234	30	0,988	1,501	0,513	12,821	9,6	12,667	14,43	1,77	4,13
452675	531	62	1,004	1,564	0,56	11,676	8,8	11,723	13,70	1,97	10,48
453226	551	60	1,02	1,656	0,636	10,889	8,2	11,107	13,52	2,42	13,32
453824	598	64	1,022	1,646	0,624	10,702	8,0	10,938	13,21	2,27	13,60
454367	543	61	1,037	1,633	0,596	11,234	8,4	11,650	13,76	2,11	11,45
454940	573	60	1,137	1,676	0,539	10,471	7,9	11,906	13,16	1,26	7,20
455521	581	64	1,062	1,614	0,552	11,015	8,3	11,698	13,33	1,64	9,50
456062	541	58	1,061	1,599	0,538	10,721	8,0	11,375	12,86	1,48	8,02
456712	650	68	1,06	1,599	0,539	10,462	7,8	11,089	12,55	1,46	9,47
457256	544	58	1,06	1,608	0,548	10,662	8,0	11,301	12,86	1,56	8,47
457830	574	61	1,063	1,571	0,508	10,627	8,0	11,297	12,52	1,22	7,03
											157,04

Taulukosta voi huomata, että etanolia kuluu talvella hieman enemmän lämpötilan vaikutuksen takia. Kesällä rahallinen säästö on siis suurempaa. Lopputuloksena voidaan sanoa, että rahallista säästöä kyseisellä koeajoneuvolla kertyy 10 000 kilometrin aikana noin 157 euroa.

8 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli muuttaa täysin normaali ja suomessa hyvin yleinen bensiinihenkilöauto korkeaseosetanolilla toimivaksi. Tarkoituksena oli selvittää, onko etanolikonversio käytännöllinen ja olisiko vanhan autokannan bensiiniautoja järkevää muuttaa korkeaseosetanolilla toimiviksi. Volvo V70 -koeajoneuvoon asennettiin suomalainen eFlexFuel-etanolimuutossarja. Kyseinen muutossarja valittiin, koska se on kotimainen tuote, se toimii täysin automaattisesti, se voidaan asentaa useisiin eri automalleihin, sen toimintaa voidaan valvoa mobiilisovelluksen avulla ja se on helposti saatavilla.

Etanolimuutossarja asennettiin autoon itse, jonka jälkeen auto muutoksastettiin. Rekisteriotteeseen saatiin merkintä, että autossa voidaan käyttää polttoainetta, joka koostuu pääosin etanolista. Muutoksastuksen jälkeen autolle haettiin valtiolta muuntotukea. Muuntotukihakemus hyväksyttiin ja autolle myönnettiin 200 euron tukisumma.

Autolle tehtiin alustadynamometrillä tehomittauksia, jotta voitiin selvittää, toimiiko muutossarja oikeasti ilman ylimääraisi säätöjä tai muutoksia. Tuloksista huomattiin, että muutossarja toimii täysin odotusten mukaisesti eli teho ja vääntömomentti nousivat hieman, mutta auto toimi muuten täysin normaalisti.

Tämän jälkeen voitiin aloittaa käytännön testit. Autolla ajettiin yli 10 000 kilometriä normaalia ajoa, jotta voitiin selvittää, miten auto kestää korkeaseosetanolia ja havaitaanko auton käytöksessä jotain muutoksia. Testikilometrien aikana auto toimi täysin moitteettomasti suuresta noin 440 000 kilometrin iästä huolimatta. Myös kylmäkäynnistystä testattiin, sillä se on oleellinen osa etanolikonversiota. Kylmäkäynnistystesteissä huomattiin, että lämpötilaa enemmän kylmäkäynnistykseen vaikutti se kuinka, kauan auto joutuu ajojen välillä seisomaan käyttämättömänä.

Muutossarjan asennuksen ja käytännön kokemusten lisäksi haluttiin selvittää koeajoneuvon käytännön kulutuslukemia 98E5-bensiinin ja RE85-korkeaseosetanolin välillä. 98E5-bensiiniä käytettiin vertailussa, koska autolla on ajettu aina kyseisellä polttoaineella. Haluttiin myös selvittää ero korkeimman ja matalimman etanoliprosentin omaavan polttoaineen välillä. Kulutuslaskelmien avulla voitiin selvittää, syntyykö RE85 polttoainetta käytettäessä taloudellista hyötyä ja jos syntyy, niin kuinka paljon. Lopputuloksista voidaan

huomata, että taloudellisen hyödyn synty on kiinni bensiinin ja korkeaseosetanolin hinnan erosta. Testikilometrejä ajettiin noin 10 000 ja näiden kilometrien aikana laskennallista vakiosuuruiseen kulutuseroon perustuvaa säästöä kertyi noin 157 euroa.

Tämän opinnäytetyön valmistumisaikaan kesällä vuonna 2020 bensiinin hinta romahti niin alas, että korkeaseosetanolin taloudellinen hyöty katosi lähes olemattomiin. Mutta kun bensiinin hinta taas nousee, kasvaa korkeaseosetanolin taloudellinen hyöty, sillä öljyn hinnan heilahdukset eivät niin radikaalisti vaikuta etanolin hintaan.

LÄHTEET

ABC 2019. Asemahaku. Viitattu 27.2.2019 <https://www.abcasemat.fi/fi/asemat>

Auto Data 2019. Autokatalogi. Volvo V70. Viitattu 28.2.2019 <https://www.auto-data.net/fi/volvo-v70-ii-2.4-140hp-9238>

Bensiiniopas 2016. Verkkodokumentti. Neste Oyj. Viitattu 27.2.2019 https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/Bensiiniopas_2016.pdf

Cars Data 2020. Volvo V70. Viitattu 19.5.2020 <https://www.cars-data.com/en/volvo-v70-2.4-140hp-specs/57380>

Etanoliautoilijaksi 2019. Kysymyksiä ja vastauksia. Viitattu 28.2.2019 <https://etanoliautoilijaksi.fi/kysymyksiä-vastauksia-ja-myyttejä>

e10bensiini 2019. Miksi 95-oktaanisen bensiinin etanolipitoisuus nousi vuoden 2011 alussa. Viitattu 26.2.2019 Saatavilla: https://www.e10bensiini.fi/kysymyksiä_ja_vastauksia/1._miksi_95-oktaanisen_bensiinin_etanolipitoisuus_nousi_vuoden_2011_alussa

Katsastushaku 2020. Tietopankki. auton muuttaminen etanolikäyttöiseksi. Viitattu 15.4.2020. <https://katsastushaku.fi/tietopankki/auton-muuttaminen-etanolikäyttöiseksi/>

Motiva 2019. Ratkaisut. Kestävä liikenne ja liikkuminen. Näin liikut viisaasti. Energialähteet. Viitattu 5.6.2020 https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_vii-saasti/valitse_auto_viisaasti/energialahteet

Paasi, J.; Lahtinen, R.; Kalliohaka, T. & Kytö, M. 2008. Biopolttonesteiden turvallinen jakelu. Tampere: VTT. Viitattu 28.2.2019. <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT-R-07049-08.pdf>

Pitkänen, P. 2015. Elintarviketeollisuuden biojätteet edistykseksi liikenteen polttoaineeksi. Artikkel. Viitattu 21.2.2019 <https://www.biotalous.fi/elintarviketeollisuuden-biojatteet-edistykseksi-liikenteen-polttoaineeksi/>

Rättö, M.; Vikman, M. & Siika-aho, M. 2009. Yhdyskuntajätteen hyödyntäminen biojalostamossa. Tiedote. Helsinki: VTT. Viitattu 21.2.2019 <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2494.pdf>

StepOne Tech Oy 2020a. Tuotteet. Viitattu 14.4.2020. <https://eflexfuel.fi/tuotteet>

StepOne Tech Oy 2020b. Asennusohjeet. Viitattu 15.4.2020. <https://eflexfuel.fi/tuki/asennusohje>

St1 2018. RE85 Tuotetieto. Viitattu 18.2.2019. Viitattu 27.2.2019. <https://content.st1.fi/sites/default/files/2018-05/81f245c4-d349-4691-9a44-016bcb9f876.pdf>

St1 2018. Liikenteen päästöjä vähennetään investoimalla merkittävästi uusiutuvien polttoaineiden tuotantoon. Viitattu 25.2.2019. <https://www.st1.fi/teesi-12>

St1 2019. Asemahaku. Viitattu 27.2.2019. <https://www.st1.fi/asemahaku/>

St1 2016. 95E10 Tuotetieto. Viitattu 27.2.2019. https://content.st1.fi/sites/default/files/2018-04/St1_95extra_tuotetieto.pdf

Traficom 2019. Ajoneuvokannan tilastot. <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/ajoneuvokannan-tilastot?toggle=Merkitt%20ja%20mallit%20ajoneuvoluokittain>

Traficom 2020. Muuntotuki. <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/muuntotuki>

TURUN AMK:N OPINNÄYTETYÖ | Oskari Mäkinen

Mittauspöytäkirja

Tehomittaukset suoritettu Bosch FLA 203 alustadynamometrillä

Koeajoneuvona käytetty Volvo V70 2.4 -01

Mittaustulokset		
Polttoaine	Teho (kW)	Vääntö (Nm)
RE85	94,2	202,1
RE85	95,2	203,8
RE85	93,9	203,5
RE85	94,8	202,5
98E5	88,5	183,8
98E5	88,6	185,3
98E5	89,1	184,7
98E5	89,2	185,9
Mittaustulosten keskiarvot	Teho (kW)	Vääntö (Nm)
RE85	94,5	203
98E5	88,9	185